

# OBLICZENIA STATYCZNE KONSTRUKCJI

## 1. OBLICZENIA STATYCZNE NADPROŻY STALOWYCH.

### Zestawienie obciążeń ze ścian:

#### Obciążenie na 1 m<sup>2</sup> ściany z cegły pełnej z tynkiem gr. 32cm

Tynk cementowo -wapienny - 1 cm:

$$q_{k1} := 1 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.30 \quad q_1 = 0.247 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana z cegły pełnej - 30 cm:

$$q_{k2} := 30 \cdot \text{cm} \cdot 18.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 5.4 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.10 \quad q_2 = 5.94 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k3} := 1 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.30 \quad q_3 = 0.247 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne:  $p_{ksc32} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3}$   $p_{ksc32} = 5.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe:  $p_{sc32} := q_1 + q_2 + q_3$   $p_{sc32} = 6.434 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

#### Obciążenie na 1 m<sup>2</sup> ściany z cegły pełnej z tynkiem gr. 35cm

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k1} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.30 \quad q_1 = 0.371 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana z cegły pełnej - 32 cm:

$$q_{k2} := 32 \cdot \text{cm} \cdot 18.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 5.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.10 \quad q_2 = 6.336 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k3} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k3} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_3 := q_{k3} \cdot 1.30 \quad q_3 = 0.371 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Obciążenie łączne:

Obciążenie charakterystyczne:  $p_{ksc35} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3}$   $p_{ksc35} = 6.33 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Obciążenie obliczeniowe:  $p_{sc35} := q_1 + q_2 + q_3$   $p_{sc35} = 7.077 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

#### Obciążenie na 1 m<sup>2</sup> ściany z cegły pełnej z tynkiem gr. 58cm

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$q_{k1} := 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k1} = 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_1 := q_{k1} \cdot 1.30 \quad q_1 = 0.371 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Ściana z cegły pełnej - 55 cm:

$$q_{k2} := 55 \cdot \text{cm} \cdot 18.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad q_{k2} = 9.9 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_2 := q_{k2} \cdot 1.10 \quad q_2 = 10.89 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$\begin{aligned} q_{k3} &:= 1.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} & q_{k3} &= 0.285 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & q_{s3} &:= q_{k3} \cdot 1.30 & q_3 &= 0.371 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

#### Obciążenie łączne:

$$\text{Obciążenie charakterystyczne: } p_{ksc58} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} \quad p_{ksc58} = 10.47 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Obciążenie obliczeniowe: } p_{sc58} := q_1 + q_2 + q_3 \quad p_{sc58} = 11.631 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### Obciążenie na 1 m<sup>2</sup> ściany z cegły pełnej z tynkiem gr. 64cm

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$\begin{aligned} q_{k1} &:= 2.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} & q_{k1} &= 0.475 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & q_{s1} &:= q_{k1} \cdot 1.30 & q_1 &= 0.618 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Ściana z cegły pełnej - 61 cm:

$$\begin{aligned} q_{k2} &:= 61 \cdot \text{cm} \cdot 18.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} & q_{k2} &= 10.98 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & q_{s2} &:= q_{k2} \cdot 1.10 & q_2 &= 12.078 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

Tynk cementowo -wapienny - 1.5 cm:

$$\begin{aligned} q_{k3} &:= 2.5 \cdot \text{cm} \cdot 19.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} & q_{k3} &= 0.475 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} & q_{s3} &:= q_{k3} \cdot 1.30 & q_3 &= 0.618 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

#### Obciążenie łączne:

$$\text{Obciążenie charakterystyczne: } p_{ksc64} := q_{k1} + q_{k2} + q_{k3} \quad p_{ksc64} = 11.93 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Obciążenie obliczeniowe: } p_{sc64} := q_1 + q_2 + q_3 \quad p_{sc64} = 13.313 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

#### 1.1. Obliczenia statyczne belki stalowej nadprożowej o rozpiętości: 1.01m. (Poz.N-1)

#### 1.2. Obliczenia statyczne belki stalowej nadprożowej o rozpiętości: 1.21m. (Poz. N-2)

Obciążenia na belkę stalową:

$$\begin{aligned} \text{Obciążenie ze ścian gr.32cm:} & & q_{k2} &:= p_{ksc32} \cdot 1.56 \cdot \text{m} & q_{s2} &:= p_{ksc32} \cdot 1.56 \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$q_{k2} = 9.017 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_2 = 9.017 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\begin{aligned} \text{Ciężar własny ceownik 2xC140:} & & q_{k3} &:= 2 \cdot 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} & q_{s3} &:= 2 \cdot 0.16 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.1 \end{aligned}$$

$$q_{k3} = 0.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_3 = 0.352 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

RAZEM:

$$\text{W płaszczyźnie pionowej: } q_{svk} := q_{k2} + q_{k3} \quad q_{sv} := q_2 + q_3$$

$$q_{svk} = 9.337 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad q_{sv} = 9.369 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{Rozpiętość belki w świetle między podporami: } l_w := 1.21 \cdot \text{m}$$

$$\text{Rozpiętość teoretyczna belki: } l_t := 1.05 \cdot \text{m} \quad l_t = 1.27 \cdot \text{m}$$

$$\text{Siły przekrojowe: } M_{x\max} := \frac{q_{sv} \cdot l_t^2}{8} \quad M_{x\max} = 1.89 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$Q_{x\max} := \frac{q_{sv} \cdot l_t}{2} \quad Q_{x\max} = 5.952 \cdot \text{kN}$$

Przyjęto: stal S235JR :  $f_d := 215 \cdot \text{MPa}$   $\gamma_{st} := 78.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$   
 $R_e := 225 \cdot \text{MPa}$   
 $R_m := 375 \cdot \text{MPa}$

Profil: C140:

$$h_I := 140 \cdot \text{mm} \quad t_w := 7.0 \cdot \text{mm} \quad W_x := 86.4 \cdot \text{cm}^3$$

$$F_I := 20.4 \cdot \text{cm}^2 \quad b_f := 60 \cdot \text{mm} \quad i_y := 1.75 \cdot \text{cm}$$

$$I_x := 605 \cdot \text{cm}^4 \quad t_f := 10 \cdot \text{mm} \quad i_x := 5.45 \cdot \text{cm}$$

Stal S235JR:  $f_d = 215 \cdot \text{MPa}$   $\psi := 1$

$$f_d = 215 \cdot \text{MPa} \quad \varepsilon := \sqrt{\frac{215 \cdot \text{MPa}}{f_d}} \quad \varepsilon = 1$$

### Smukłość względna przy zwichrzeniu:

Element jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

$$\phi_L := 1.0$$

### Stan graniczny nośności na zginanie:

$$M_{Rx} := \psi \cdot W_x \cdot f_d \quad M_{Rx} = 18.576 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{x\max}}{\phi_L \cdot 2 \cdot M_{Rx}} = 5.088 \cdot \% < 100\% \quad \text{Warunek spełniony}$$

### Stan graniczny nośności na ścinanie:

$$h_I = 140 \cdot \text{mm}$$

$$t_w = 7 \cdot \text{mm}$$

Pole przekroju czynnego przy ścinaniu:

$$A_v := h_I \cdot t_w$$

$$A_v = 9.8 \cdot \text{cm}^2$$

Warunek smukłości:

$$\frac{h_I}{t_w} = 20 < 70 \cdot \varepsilon = 70$$

Współczynnik niestateczności przy ścinaniu:  $\phi_{pv} := 1$

Nośność obliczeniowa na ścinanie:  $V_R := 0.58 \cdot 2 \cdot A_v \cdot f_d \cdot \phi_{pv}$

$$V_R = 244.412 \cdot \text{kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{Q_{x\max}}{V_R} = 0.024 < 1 \quad \text{Warunek spełniony.}$$

$$V_O := 0.6 \cdot V_R \quad V_O = 146.647 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{x\max} = 5.952 \cdot \text{kN} < V_O = 146.647 \cdot \text{kN} - \text{nie jest konieczne uwzględnianie redukcji nośności na zginanie.}$$

### Stan graniczny użytkowania :

$$E := 205 \cdot 10^3 \cdot \text{MPa} \quad l_t = 1.27 \cdot \text{m}$$

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{svk} \cdot l_t^4}{E \cdot 2 \cdot I_x} \quad f_{dop} := \frac{1}{500}$$

$$f = 0.0128 \cdot \text{cm} < f_{dop} = 0.242 \cdot \text{cm} \quad \text{Warunek spełniony.}$$

**PRZYJĘTO NADPROŻE 2xC140**

### 1.3. Obliczenia statyczne belki stalowej nadprożowej o rozpiętości: 1.1m. (Poz. N-3)

### 1.4. Obliczenia statyczne belki stalowej nadprożowej o rozpiętości: 1.2m. (Poz. N-4)

### 1.5. Obliczenia statyczne belki stalowej nadprożowej o rozpiętości: 1.11m. (Poz. N-5)

Obciążenia na belkę stalową:

Obciążenie ze ścian  
gr.64cm:

$$q_{k2} := p_{ksc64} \cdot 1.6 \cdot m$$

$$q_{k2} = 19.088 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$q_2 := p_{ksc64} \cdot 1.6 \cdot m$$

$$q_2 = 19.088 \cdot \frac{kN}{m}$$

Ciężar własny  
ceownik 6xC140:

$$q_{k3} := 6 \cdot 0.16 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$q_{k3} = 0.96 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$q_3 := 6 \cdot 0.16 \cdot \frac{kN}{m} \cdot 1.1$$

$$q_3 = 1.056 \cdot \frac{kN}{m}$$

RAZEM:

W płaszczyźnie pionowej:

$$q_{sVk} := q_{k2} + q_{k3}$$

$$q_{sVk} = 20.048 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$q_{sV} := q_2 + q_3$$

$$q_{sV} = 20.144 \cdot \frac{kN}{m}$$

Rozpiętość belki w świetle między podporami:

$$l := 1.2 \cdot m$$

Rozpiętość teoretyczna belki:

$$l_t := 1.05 \cdot l$$

$$l_t = 1.26 \cdot m$$

Siły przekrojowe:

$$M_{xmax} := \frac{q_{sV} \cdot l_t^2}{8}$$

$$M_{xmax} = 3.998 \cdot kN \cdot m$$

$$Q_{xmax} := \frac{q_{sV} \cdot l_t}{2}$$

$$Q_{xmax} = 12.691 \cdot kN$$

Przyjęto: stal S235JR :

$$f_d := 215 \cdot MPa$$

$$R_{ex} := 225 \cdot MPa$$

$$R_{ax} := 375 \cdot MPa$$

$$\gamma_{st} := 78.5 \cdot \frac{kN}{m^3}$$

Profil: C140:

$$h_I := 140 \cdot mm$$

$$t_w := 7.0 \cdot mm$$

$$W_{ex} := 86.4 \cdot cm^3$$

$$F_I := 20.4 \cdot cm^2$$

$$b_x := 60 \cdot mm$$

$$i_{ex} := 1.75 \cdot cm$$

$$I_x := 605 \cdot cm^4$$

$$t_f := 10 \cdot mm$$

$$i_{fx} := 5.45 \cdot cm$$

Stal S235JR:

$$f_d = 215 \cdot MPa$$

$$\psi := 1$$

$$f_d = 215 \cdot MPa$$

$$\varepsilon := \sqrt{\frac{215 \cdot MPa}{f_d}} \quad \varepsilon = 1$$

#### Smukłość względna przy zwichrzeniu:

Element jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

$$\phi_w := 1.0$$

#### Stan graniczny nośności na zginanie:

$$M_{Rx} := \psi \cdot W_x \cdot f_d$$

$$M_{Rx} = 18.576 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{xmax}}{\phi_L \cdot 6 \cdot M_{Rx}} = 3.587 \% < 100\%$$

**Warunek spełniony**

#### Stan graniczny nośności na ścinanie:

$$h_I = 140 \cdot mm$$

$$t_w = 7 \cdot \text{mm}$$

Pole przekroju czynnego przy ścinaniu:

$$A_w := h_I \cdot t_w$$

$$A_v = 9.8 \cdot \text{cm}^2$$

Warunek smukłości:

$$\frac{h_I}{t_w} = 20 < 70 \cdot \varepsilon = 70$$

Współczynnik niestateczności przy ścinaniu:

$$\phi_{pv} := 1$$

Nośność obliczeniowa na ścinanie:

$$V_R := 0.58 \cdot 2 \cdot A_v \cdot f_d \cdot \phi_{pv}$$

$$V_R = 244.412 \cdot \text{kN}$$

Warunek nośności:

$$\frac{Q_{x\max}}{V_R} = 0.052 < 1$$

**Warunek spełniony.**

$$V_O := 0.6 \cdot V_R$$

$$V_O = 146.647 \cdot \text{kN}$$

$$Q_{x\max} = 12.691 \cdot \text{kN} < V_O = 146.647 \cdot \text{kN} - \text{nie jest konieczne uwzględnianie redukcji nośności na zginanie.}$$

#### Stan graniczny użytkowania :

$$E := 205 \cdot 10^3 \cdot \text{MPa}$$

$$l_t = 1.26 \cdot \text{m}$$

$$f := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{svk} \cdot l_t^4}{E \cdot 6 \cdot I_x}$$

$$f_{dop} := \frac{1}{500}$$

$$f = 0.0088 \cdot \text{cm}$$

<

$$f_{dop} = 0.24 \cdot \text{cm}$$

**Warunek spełniony.**

**PRZYJĘTO NADPROŻE SKŁADAJĄCE SIĘ Z 3 PODWÓJNYCH ZESTAWÓW BELEK STALOWYCH C140 TWORZĄCYCH ZE SOBĄ PROFILZAMKNIĘTY POŁĄCZONYCH ZE SOBĄ POPRZECZ CIĄGLĄ SPOINIE PACHWINOWĄ gr 4mm.**

**KONIEC OBLICZEŃ**







